

**Pécsi Tudományegyetem**

Biológia Doktori Iskola

Botanika Program

**A gombaközösségek és az edényes növényközösségek  
közötti összefüggések vizsgálata különböző természetességű  
vegetációtípusokban, a Belső-Cserehátban**

PhD értekezés tézisei

**Rudolf Kinga**

Témavezető:

**Dr. Pál-Fám Ferenc**

PhD

**Pécs, 2013**

## I. TUDOMÁNYOS ELŐZMÉNYEK ÉS CÉLKITÚZÉSEK

Az emberi tevékenység által okozott kedvezőtlen hatások valamennyi élőlénycsoportot, így a gombákat is veszélyeztetik. Ismert, hogy az élőhelyek degradációja csökkenti a makrogombák produkcióját és a gombaközösségek fajdiverzitását (Arnolds 1988, 1991; Ohenoja 1988; Zak 1992; Miller és Lodge 1997). Biodiverzitásuk védelme azonban más taxonokhoz képest elhanyagolt, mert taxonómiai diverzitásukkal, abundanciájukkal elterjedésükkel kapcsolatban kevés az információ. Ezt a problémát jelenleg elsősorban jobban ismert helyettesítő taxonok (pl. edényes növények) alkalmazásával próbálják megoldani, azonban e becslések használhatóságáról ellentmondóak az ismeretek (Virolainen és mtsai. 2000; Chiarucci és mtsai. 2005; Schmit és mtsai. 2005; McMullan-Fisher és mtsai. 2010). Az élőhelydegradáció következtében egyre nagyobb szükség van a fajvédelem mellett a nagygombák élőhelyének védelmére is. Európában már jelöltek ki védett területeket makrogombák alapján (Senn-Irlet és mtsai. 2007), hazánkban azonban még nem. A makrogombák bioindikátor szerepének megismerése lehetőséget ad a különböző élőhelyek természetes és leromlási folyamatainak nyomon követésére, monitorozására (Kost és Haas 1989; Bujakiewicz 1992, Tarvainen és mtsai 2003; Pál-Fám és Rudolf 2003; Siller és mtsai 2004).

Jelen munka célja volt, a Belső-Cserehát ép és különböző mértékben degradált vegetációtípusaiból gyűjtött mikológiai és botanikai adatok felhasználásával bemutatni a vegetáció és a gombaközösségek kapcsolatának összefüggéseit, valamint az emberi beavatkozások nagygomba-közösségekre gyakorolt hatásait. Ez a célkitűzés az alábbi részcelokon keresztül került megvalósításra:

1. A Belső-Cserehát makrogomba-fajlistájának összeállítása és a nagygomba indikátor fajok megállapítása.
2. A reprezentatív vegetációtípusok miko- és fitocönológiai felmérése.
3. A vegetációtípusok cönológiai- és termőhelyi jellemzése, természetességének megállapítása.
4. A jellemző vegetációtípusok gombaközösségeinek cönológiai jellemzése és összehasonlító értékelése.
5. A növényzeti típusok és a gombaközösségek diverzitásának, abundanciájának és természetességének értékelése, összefüggéseinek vizsgálata.
6. A Belső-Cserehát és a növényzeti típusok mikológiai szempontú természetvédelmi értékelése.

## II. A VIZSGÁLATI TERÜLET ÉS ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

A vizsgálati terület a Belső-Cserehát (360 km<sup>2</sup>), a Borsodi dombvidékhez tartozó Cserehát kistájcsoporthoz központi részét képező, természetes állapotában erdőszült táj, melyet napjainkban már kultúrtájá alakítottak. A mezőgazdasági táblák

létesítése miatt fragmentálódott erdők többsége, a tartós és kíméletlen használat következtében jelentősen átalakult. Az erdők helyén gyakran tájidegen fafajokból álló ültetvények találhatók, spontán terjedő idegenhonos növényfajokkal. Valószínűleg ez is hozzájárult ahhoz, hogy ezen a területen korábban sem mikológiai, sem részletes fitocönológiai feltárás nem történt.

A Belső-Cserehát vizsgálata 1995 és 2005 között történt. Alapos terepbejárás után kerültek kiválasztásra a vizsgálati területre jellemző növényzeti egységek és az itt előforduló gombaközösségek együttes megjelenését reprezentáló mintavételi helyek. A fenti szempontok figyelembevételén kívül olyan mintavételi helyek kijelölése történt meg, melyek a növényzet előzetes felmérése alapján különböző degradáltsági állapotokat mutattak. A miko- és fitocönológiai mintaterületek Abaújlak-Szanticska, Nyésta, valamint Irota, Szendrölád és Büdöskútpuszta környékén helyezkednek el. Néhány mintaterületen csak egy-egy mintavétel történt a vizsgálati terület fungájának kiegészítéséhez.

A közös miko- és fitocönológiai minták mérete a mikocönológiai szempontokhoz igazodott, 25x25 m<sup>2</sup>-es kvadrátokkal. A nagygombák cönológiai mintavételére fajonkénti termőtestszámok alapján, évente 5–8 alkalommal, július–november között, 1995–2005-ig a gomba előfordulásban jelentős 6 évben került sor. A fitocönológiai mintavétel a Zürich-Montpellier-módszert követi tavaszi–nyári aszeptus felméréssel, azzal az eltéréssel, hogy az edényes növényfajok tömegességének megállapítása %-os borításbecsléssel (Bullock 2006) készült 1995–96-ban illetve 2004–2005-ben.

A Belső-Cserehát fungája a mikocönológiai kvadrátok adataiból és a tágabb környezetükben (0,5–3 ha) terepbejárás során gyűjtött jelenlét adatokból lett összeállítva. Ez kiegészült további települések, így Büdöskútpuszta, Felsővadász, Gagybátor és Szebenye közelében végzett bejárások adataival, ahol egy-egy fitocönológiai mintavétel is történt. Összesen 21 miko- és 66 fitocönológiai minta került értékelésre.

2004-ben a gombák őszi felvételezésével egy időben, a mintakvadrátokból Holger típusú talajfúróval (5 fűrés/mintaterület) a talaj felső 20 cm-ből bolygatott mintavétel történt.

A vizsgált vegetációtípusok: *Quercetum petraeae-cerris* Soó 1963; *Carici pilosae-Carpinetum* Neuhausl & Neuhauslová-Novotná 1964 em. Borhidi 1996; *Melittio-Fagetum* Soó 1964 emend. 1971; *Pinetum sylvestris cultum*; *Piceetum cultum*; *Robinietum cultum*; Fás legelő (P45-ÁNÉR kategória)

A gombafajok jelentős részéről, különösen a nehezen azonosítható taxonokról dokumentum fotó és/vagy fungárium, valamint mintegy 200 faj spóráiról fénymikroszkópos felvétel is készült módosított Herpell-féle módszerrel. A növényfajok meghatározása Simon (2000) alapján történt.

A nagygomba-fajlista rendszertani besorolása rend szintig Alexopoulos és mtsai (1996), családokon belül Krieglsteiner (1991, 1993) munkáját követi, a fajnevek megjelölése az aktuális Index Fungorum (CABI 2013) alapján történt. A funkcionális csoportok meghatározása Arnolds és mtsai (1995), a hazai veszélyeztetettséget minősítő IUCN kategória megjelölése Rimóczi és mtsai (1999) munkája alapján készült.

A gombacönológiai minták értékelése a dominancia, a teljes termőtestdenzitás, az átlagos évi termőtestdenzitás és az időbeli frekvencia felhasználásával történt. A mintaterületek gombaközösségeinek összehasonlításánál a klasszifikációs adatok számítása csoportátlag (UPGMA) eljárással és Sorensen koefficiens alkalmazásával, az ordinációs adatoké főkoordináta analízissel (PCoA) és Bray-Curtis hasonlósági koefficienssel készült a SYNTAX 2000 programmal (Podani 2001).

Összehasonlításra kerültek a különböző mintavételi területek adataiból számolt faj-abundancia görbék (Whittaker 1970). Az analízis során, a talajon élő- és lignikol fajok termőtestszámának kezelése a csoportok eltérő sajátosságai miatt elkülönítve történt. Az elemzések a NuCoSa programcsomag (Tóthmérész 1993) felhasználásával készültek. A diverzitás skálafüggő jellemzése a Rényi-féle entrópia típusú diverzitás függvények (Rényi 1961) felhasználásával történt.

A vegetációtípusok és a makrogomba-közösségek összetétele a Mantel-teszt segítségével került összehasonlításra. A használt hasonlósági koefficiens bináris adatok esetében a Sorensen, míg abundancia adatoknál a Bray-Curtis volt (Legendre és Legendre 1998). A növényzeti típusok és a gombaközösségek diverzitásának, abundanciájának és természetességének vizsgálata generalizált lineáris modellekkel (Crawley 2007) történt. Az analízisek az R statisztikai program 2.9.2 verziójával készültek (R Development Core Team 2009) a vegan programcsomagot (Oksanen és mtsai. 2009) használva a diverzitás számításához, a car programcsomagot (Fox 2009) pedig az F-tesztekhez.

A mintaterületek jellemzése a védelemre javasolt fajok listája (Rimóczi és mtsai. 1999) alapján az "eltűnéssel vagy kihalással fenyegetett" (IUCN 1.), az "erősen veszélyeztetett" (IUCN 2.), a "veszélyeztetett" (IUCN 3) és a "potenciálisan veszélyeztetett" fajokat kiemelve történt.

Összehasonlításra kerültek a természetes- és különböző mértékben degradált növényzeti típusok a makrogombák össz fajszáma és a Vörös Listás fajok száma, valamint a növények alapján számolt degradáltsági készletet figyelembe véve.

A mintaterületeken előforduló indikátor fajok megállapítása, valamint a vizsgált állományok jellemzése az így kimutatott indikátor nagygombafajok segítségével saját terepi tapasztalatok alapján, szakirodalmi adatokkal alátámasztva történt.

A növényzeti típusok cönológiai és termőhelyi jellemzése saját cönológiai felvételek felhasználásával, cönológiai besorolásuk Borhidi és Sánta (1999), valamint Borhidi (2003), erdőtipológiai jellemzésük Mayer (1968) alapján történt. A vegetációtípusok értékelése az ökológiai mutatók és a szociális magartástípusok (Borhidi 1995) felhasználásával, csoportrészesedés és csoporttömeg alapján, a cönológiai felvételben előforduló degradáltságot jelző fajok % -os arányainak számítása Morschhauser (1995) alapján készült.

A mintaterületek vegetációjának összehasonlítása jelenlét-hiány és abundancia adatok sokváltozós analízisével, a mikocönológiai felvételekhez hasonlóan SYNTAX 2000 programcsomag (Podani 2001) felhasználásával történt. A klasszifikációs adatok számítása csoportátlag (UPGMA) eljárással és Jaccard koefficiens alkalmazásával, az ordinációs adatoké főkoordináta analízissel (PCoA)

és Bray-Curtis hasonlósági koefficienssel készült. Talajminták elemzése a MSZ alapján történt néhány alapvető paraméterre vonatkozóan.

### III. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

A disszertáció új adatokat szolgáltat a Belső-Cserehát fungájára és növénytársulásaira vonatkozóan. Megadja a területre jellemző szubsztrátumfüggő és indikátor nagygomba fajokat.

#### 1. Téziscsoport: A funga

Elkészült a Belső Cserehát nagygomba-fajlistája a mintaterületek alapján, a fajok szubsztrátumfüggő csoportosítása, valamint az előforduló indikátor fajok kimutatása.

A Belső-Cserehátban végzett nagygomba feltárás eredményeként összesen 442 taxon (436 faj, és 6 változat) 2261 adata került feljegyzésre. Ezen a területen eddig még nem készült mikológiai felmérés, ezért a fajlista teljes adatsora információ értékű. A Belső-Cserehátban kimutatott taxonok száma a hazánkban ismert nagygomba taxonok (2337 taxon) 19 %-a. Ez a szám relatíve nagy, hiszen hasonló fungafelméréssel eddig a belső-cserehátihoz képest nagyobb fajszámot a Börzsöny (613 faj), Mecsek (523 faj), az Őrség (553 faj) és az alaposan kutatott Aggteleki karsztvidék (526 faj) területéről sikerült kimutatni (Locsmándi 1993; Vasas és Locsmándi 1995; Pál-Fám 2001; Benedek 2011). Ezek a területek azonban egyrészt nagyobbak, mint a Belső-Cserehát, másrészt többségében természetközeli erdőségekkel borítottak és csapadékban gazdagabb, erdősültebb tájak, melyek a nagygombafajok számára kedvezőbb feltételeket biztosítanak.

A Belső-Cserehát fungájában a szubsztrátumfüggőség alapján a mikorrhizás fajok száma a legnagyobb (204), de a talajon élő (105) és a fán élő szaprotrófok száma (97) is jelentős. A nekrotróf paraziták száma relatíve alacsony (28). Nagyon kevés a növényi maradványon élő (9), a biotróf parazita (1) és a mohához kötött fajok (1) száma.

A vizsgálati területen 56 indikátor fajt sikerült kimutatni, amelyek közül 2 természetes állapotot, 1 db idős erdőállományokat, 2 a faanyag iniciális, 5 az optimális és 6 a végső korhadási állapotát, 1 magasabb mésztartalmat, 1 zavarást-bolygatást, 10 tápanyagtartalom növekedést, 1 taposást, 1 legeltetést 4 tápanyagszegény gyepeket, 1 xerofil termőhelyet jelez. 13 faj talajhumuszhoz, 21 avarhoz kötődő faj, 1 pedig mohán növő parazita (néhány faj többes indikátor).

#### 2. Téziscsoport: A vegetációtípusok.

##### 2.1. A Belső-Cserehátból kimutatott vegetációtípusok

Korábban a Belső-Cserehátban növénycönológiai felvételeket nem készítettek, ezért a vegetációs egységeket dokumentálni kellett. A fitocönológiai

felmérések összesen 418 edényes növényfajt tartalmaznak, ami egyben florisztikai adat is. Az alábbi növénytársulások jelenlétét sikerült cönológiai felvételek alapján meghatározni: *Quercetum petraeae-cerris* Soó 1963; *Carici pilosae-Carpinetum* Neuhausl & Neuhauslová-Novotná 1964 em. Borhidi 1996; *Melittio-Fagetum* Soó 1964 emend. 1971; *Pinetum sylvestris cultum*; *Piceetum cultum*.

A Belső-Cserehát klímazonális, legnagyobb területet borító erdőtársulása a cseres-tölgyes. Egyes löszön, barnaföldön előforduló állományaira azonban jellemző, hogy a lombkoronaszintben a névadó fajokon kívül gyakori a *Quercus robur*, *Acer campestre*, a magas cserjeszintben pedig az *Acer tataricum*, *Ligustrum vulgare*, *Crataegus monogyna*, *C. oxyacantha*. Szárazabb termőhelyű állományokban gyakori a *Quercus pubescens* s.l., a mezofilabbakban viszont a *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior* elegyedése jellemző. Gyepszintjük azonban jellegtelen, sok az erdei és zavarástűrő faj, néhány fényigényes vagy szárazságtűrő faj kíséretében (*Festuca rupicola*, *F. valesiaca*, *Brachypodium pinnatum*, *Carex flacca*, *C. humilis*, *C. michelii*), mezofilabb termőhelyeken gyakran koratavaszi geofiton fajokkal (pl. *Corydalis cava*, *C. solida*, *Ficaria verna*). Az ilyen állományok fajkészlete arra utalhat, hogy a vizsgált területen egykor nagy kiterjedésben lehettek jelen az *Aceri tatarici*- és *Aceri campestri*-*Quercetum roboris* erdők. Az évszázadokon át erdészetiileg kezelt, részben átalakított állományok azonban mára jellegtelené váltak.

A gyertyános-tölgyesek löszön kialakult agyagbemosódásos barna erdőtalajon és lejtőhordalék talajon meglévő állományai is erdészetiileg jelentősen kezelték, átalakítottak, előfordulásuk extrazonális és gyakran átmenetet mutatnak a cseres-tölgyesek felé.

A Belső-Cserehátban jelentős természetvédelmi értéket képviselnek a fás legelők, melyek Európa szerte az egykori gazdálkodás maradványaiként mára fokozottan előtérbe kerülő védett területek. A vizsgált állomány képére jellemzőek a gyepekben elszórtan, vagy kisebb csoportokban álló 200 évnél idősebb csertölgyek és a nagyon fajgazdag gyepszint (egyes kvadrátokban 120 fajjal). Cönotaxonok szerinti besorolásuk nincsen, ezért ennek híján a P45-ös ÁNÉR kategóriával azonosíthatóak. A vizsgált állomány cseres- és gyertyános-tölgyesekből irtással, legeltetéssel alakult ki, talaja enyhén savanyú pszeudoglejes barna erdőtalaj.

A bükkös ritka a Belső-Cserehátban és csak extrazonális-edafikus termőhelyen alakult ki. A vizsgált szendrőládi állomány meredek 30–40 %-os lejtőszögű hegyszőlő talajon található. Talaja mészköven kialakult, lejtőtörmelékben gazdag, barna rendzina, amelynek pH-ja gyengén bázikus. Előregedő erdő, melyben a faállomány több egymástól távoli korosztályból áll, s amelyre jellemzőek a 150 évnél idősebb egyedek is. Véderdő funkciójú, erdészeti kezeléstől mentes, ezért nagy mennyiségű különböző korhatású állományból álló holtfa és facsonk található benne, ami a kezeletlen természetközeli állományok jellemzője.

Az erdeifenyvesek tájidegenek, az erdészet által másodlagosan kialakított kultúrerdők. A vizsgált állomány cseres-tölgyes termőhelyen fordult elő. Talaja agyagbemosódásos barna erdőtalaj, pH-ja savanyú. A lombkoronaszintet alkotó fák több egymástól távoli korosztályba tartoznak, néhány idős hagyásfával.

Az ültetett lucosok ritkák a Belső-Cserehátban. A vizsgált állományt gyertyános-tölgyes termőhelyén alakították ki. Talaja agyagbemosódásos barna

erdőtálat, melynek pH-ja gyengén savanyú. Faállománya egy korosztályhoz tartozik, kb. 30–40 éves. Jelenleg erdészeti kezeléstől mentes, ezért jelentős a holt faanyag mennyisége.

Az ültetett akácok gyakoriak a Belső-Cserehátban. A vizsgált állomány teljes egészében akácból álló lombkoronaszintű, cserjeszint nélküli, a szegényes gyepszintben gyom- és zavarásjelző fajokkal.

## 2.2. A vegetációtípusok termőhely-indikációja és természetessége

Az ökológiai mutatók közül a talajnedvességi index alapján, a növényzeti típusok többsége féltüde termőhely, a cseres-tölgyesek, az erdeifenyves és a fás legelő szárazabbnak bizonyultak. A talajreakció index alapján a termőhelyek semleges és gyengén bázikus talajúak, ami gyakran magasabb pH-ra utal, mint a konkrét talajvizsgálat során kapott mérési eredmények. Az eltérés éppúgy adódhat a fitoindikáció relatív voltából, mint az egyszeri időpontban végzett mérési eredmények általánosíthatóságából. A nitrogén index spektruma a legszélesebb az összes mutató közül, ami tápanyag ellátottság szempontjából a legváltozatosabb termőhelyekre utal. Különösen szélsőséges az erdeifenyves, feltehetően a nemrég felhagyott legeltetés miatt. A bükkös és a gyertyános-tölgyes a növényi indikáció alapján a többi vegetációtípusnál tápanyagban gazdagabb termőhelyek, viszont különösen a fás legelő, de a cseres-tölgyesek is tápanyagban szegényebbek.

A növényzeti típusok a szociális magatartástípusok felhasználásával természetességi sorba rendezhetők: a bükkös ép, természetközeli, a cseres-tölgyesek, a lucos, a gyertyános-tölgyes enyhén zavart, míg a fás legelő és az erdeifenyves flórája közepesen zavart kategóriába tartozónak bizonyult.

## **3. Téziscsoport: A gombaközösségek jellemzői**

A vizsgált vegetációtípusok gombaközösségeinek csoportosítása, vegetációtípusonkénti leírása új eredmény a területre nézve. A gombaközösségek összehasonlító jellemzése fajszám, diverzitás és funkcionális csoportok alapján a Belső-Cserehátra vonatkozó új eredmények.

### 3.1. A gombaközösségek csoportosítása

A bükkös talajon élő gombaközössége a klasszifikáció alapján a többi növényzeti típustól elkülönül. Az erdészeti kezelésen kívül állományban nagyobb arányban vannak jelen ritka nagygombafajok, mint más növényzeti egységekben, másrészt sok olyan faj van, amely csak ebben a vegetációtípusban termett. A további csoportok a termőhely alapján képződnek. A talajon élő makrogombák mennyiségi adatainak ordinációjánál kialakult csoportok a nagy- és közepes abundanciájú, speciális és általánosan elterjedt fajok alapján magyarázhatóak. Valószínű tehát, hogy a talajlakó gombaközösségekre (talajlakó szaprotróf és ektomikorrhizás fajok) a termőhelyi feltételek (klíma, mikorrhizapartner, fák kora, az avar és a talaj fizikai és kémiai sajátosságai) hatnak leginkább (Bujakiewicz 1989; Pál-Fám és mtsai. 2002; Fodor 2003).

A lignikolok fajkészletén végzett klasszifikáció és a mennyiségi adatok figyelembevételével készült ordináció alapján is az elsődleges különbségek az erdők lombos és tűlevelű jellegéből adódnak. A fán élő gombaközösségek fajösszetételét elsősorban a vegetációtípusok fajkészlete határozza meg (Bujakiewicz 1989; Fodor 2003).

### 3.2. A Belső-Cserehátban kimutatott gombaközösségek

A Belső-Cserehátban kimutatott gombaközösségek újonnan megállapított előzetes egységeknek tekinthetők, tekintettel arra, hogy ilyen vizsgálatok a tágabb térségben (pl. Északi Középhegység) eddig még nem készültek. E gombaközösségek cönoszisztematikai státusza csak nagyobb területek vegetációtípusainak gombacönológiai felmérését követően állapítható meg.

Vegetációs egységenként, szubsztrátumfüggés alapján két gombaközösség különíthető el: talajlakó- és fán élő gombaközösségek.

A cönológiai mutatók alapján a vizsgált állományok talajlakó- és lignikol gombaközösségei közül a természetes állapotú bükkösé a legjellegzetesebb. Talajon élő gombaközösségében több társulásközömbös és lomberdei domináns faj, lokális karakterfajok és csak ebben a vegetációtípusban előforduló ritka fajok találhatók. A lucos talajlakó közössége ugyan elég jellegzetes, mert a gyakori, társulásközömbös fajok mellett több lucfenyőhöz kötődő karakterfaj és ritka fajok is előfordultak állományában, de lignikol gombaközössége gyenge struktúrájú. A fás legelő talajlakó- és lignikol gombaközösségei gyenge, még alakulóban lévő közösségi struktúrát mutatnak. A gyertyános-tölgyes és a cseres-tölgyesek talajon élő gombaközösségei nem jellegzetes közösségek, általánosan elterjedt, gyakori fajokkal, karakterfaj nélkül. Ezekben az állományokban fán élő gombaközösségek szinte nem alakultak ki, a kevés holt faanyag következtében létrejött alacsony fajszám miatt. Az erdeifenyves talajlakó gombaközössége gyenge közösségi struktúrát mutat, gyakori és frekvens fajai között a társulásközömbösek mellett a fenyőhöz kötöttek jelentős szerepet kapnak, lokális karakterfajai erdeifenyővel és lucfenyővel képeznek mikorrhizát. Fán élő gombaközösség itt sem jött létre az alacsony fajszám következtében.

### 3.3. A gombaközösségek cönológiai jellemzői

#### Fajszám

A mintaterületek fajszámában különbségek tapasztalhatóak, melyek az eltérő termőhelyi feltételekből és természetességéből adódhatnak. Az élőhely kedvező mikroklimatikus tényezői, és a sokféle lebomlottsági állapotú és fajkészletű szubsztrátum egy természetközeli idős erdőállományban magas fajszámot eredményezhet (137 faj), ahogy ezt a bükkös felvételei mutatták. Azonban akár hasonló fajgazdagságot is eredményezhet, ha egy olyan tájidegen fafajjal történik a helyettesítés, amely sok gombafajjal képes mikorrhizás kapcsolatot kialakítani és ha az őshonos állomány legalább néhány egyede megmaradhat, ahogy ezt a lucos példája mutatja (ugyancsak 137 faj). Ha olyan tájidegen fafajjal történik helyettesítés, melyhez alig társulnak mikorrhiza partnerek, ráadásul a termőhelyet is



a gombák számára kedvezőtlenül változtatja meg, akkor a fajszám nagyon alacsony, mint ezt az akácós (28) példája mutatja.

Termőtestszámok alapján a kezelt, enyhén és közepesen degradált állományok kvadrátaiban a termőtestszámok hasonlóak, de ezek az értékek jóval alacsonyabbak, mint a kezeletlen rezervátum jellegű erdőké. A bükkös és a fás legelő értékei hasonlóak, a lucosé viszont kiugróan magas a fenyőspecialista, *Trichaptum fuscoviolaceum* nagyon nagy termőtestszáma miatt.

### Diverzitás

A talajlakó gombaközösségek struktúrája és diverzitása csökken a bükkös, lucos, fás legelő sorrendben. A cseres-tölgyesek és a gyertyános-tölgyes talajlakó gombaközösségeinek struktúrája és diverzitása hasonló. Az erdeifenyves a leggyengébb struktúrájú és a legalacsonyabb diverzitású a vegetációtípusok között. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a talajlakó gombaközösségek struktúráját és diverzitását elsősorban a klimatikus- és termőhelyi feltételek befolyásolják és csak kisebb mértékben a vegetáció edényes fajkészletének degradáltsága (Rudolf és mtsai. 2012). A bükkös lignikol gombaközössége bonyolultabb szerkezetű és diverzebb, mint a lucosé, ahol homogénebb szubsztrátum áll rendelkezésre. A fiatal és középkorú erdőállományokban elérhető szubsztrátum mennyisége és minősége nem elegendő egy xilofág közösség kialakulásához, mint ezt a nyéltai és abaújlaki erdőtípusok példája mutatja. A xilofág gombaközösség diverzitását a holt faanyag folyamatos jelenléte, mennyisége és minősége befolyásolja elsősorban (Kost és Haas 1989, Siller 2004), ezért az erdészeti kezelés módja és mértéke, valamint a faállomány kora (Arnolds 1988) egyaránt hatással van a gombaközösség fajkészletére és diverzitására.

### Funkcionális csoportok

A részletesen vizsgált vegetációtípusok esetében a mikorrhizás fajok aránya a legnagyobb. A sok mikorrhizás kapcsolat kialakítására képes fafajok száma emeli a mikorrhizás fajok részesedését. A xilofág szaprotróf arány zömmel megegyezik a kezelt lomberdőkre jellemző értékek, az erdeifenyves és a fás legelő kivételével. Ez az arány a bükkösben —lévén kezeletlen állomány— alacsonynak minősül. A nekrotróf paraziták részesedése a cseres-tölgyesben és a gyertyános-tölgyesben a kezelt lomberdőknek megfelelő. Ez az arány a bükkösben volt a legmagasabb, míg az ültetett fenyvesekben és a fás legelőn a legalacsonyabb. Ez annak köszönhető, hogy a természetesebb, valamint az idősebb erdők megfelelőbb élőhelyül szolgálnak a zavarásra érzékeny nekrotróf parazitáknak, mint a tájidegen ültetvények. Az élőhelyek többségénél a talajlakó szaprotróf arány a kezelt lomberdőkénél magasabb, különösképpen a fenyvesek esetében. A bükkös talajlakó szaprotróf aránya viszont a kezelt lomberdőkével megegyező. A vizsgált állományok közül mindenképpen a bükkös funkcionális spektruma a leginkább természetközeli.

A tömegesség alapján azonban (a fás legelő kivételével) a xilofág- és talajlakó szaprotrófok aránya felülmúlja a mikorrhizásokét. A holt szerves anyag felhalmozódása növelheti a talajlakó szaprotrófok arányát, de ha a kedvezőtlen klimatikus feltételek hatására lassú a lebontás, akkor ez gátolhatja a

termőtestképzést. Az élőhelyek degradációjának mértéke növelheti a talajlakó szaprotrófok arányát (Rudolf és Pál-Fám 2005). A termőtestszám alapján, a vizsgált állományok többségében a nekrotróf paraziták aránya csökkent, sőt a gyertyános-tölgyesben ez a csoport eltűnt.

A termőtestszám alapú funkcionális spektrum érzékenyebb a különböző beavatkozások, zavarások jelzésére.

#### **4. Téziscsoport: A vegetáció és a gombaközösségek kapcsolata**

A Mantel-teszt alapján a növény- és a gombaközösségek összetétele pozitívan korrelál. A talajon élő gombaközösségek összetétele erősebben korrelál a vegetációtípusokéval, mint a lignikoloké, feltehetően azért, mert az erdészeti kezelés következtében az erdőkből a holt faanyag részben eltávolításra kerül.

A belső-csereháti vegetáció és a gombaközösségek diverzitásának vizsgálata alapján állítható, hogy a vizsgált nagygomba-közösségek fajgazdagsága független a vegetációtípusok diverzitásától és természetességétől, ezért az edényes növények diverzitását nem lehet használni a gombadiverzitás helyettesítőjeként. A növények és a gombák diverzitása közötti pozitív korreláció hiánya több okra is visszavezethető: 1. Kisméretű vegetációtípusok voltak mintavételezve egy relatíve kis kiterjedésű, fragmentált vizsgálati területen. 2. A jégkorszakban kialakult diszperziós gát miatt az európai flóra elszegényedett, így még a legdiverzebb európai erdők is fajszegényebbek, mint a más kontinenseken kialakult mérsékeltvívi erdők. Emiatt nehezebb találni jelentős makrogomba-növény kapcsolatot. 3. A különböző gombaközösségek eltérő környezeti faktorokra lehetnek érzékenyek, mint az edényes növények és különböző helyettesítő taxonokkal korrelálhatnak.

A makrogombák abundanciája negatív korrelációt mutat a növények fajgazdagságával és független a növények egyenletességétől. A negatív korreláció mértéke különösen az ültetett lucosnál és a fás legelőnél szembetűnő. A lucos mintaterületek alacsony növény diverzitást és egyenletességet, de magas gomba abundanciát mutattak, amelyet a lignikol fajok magas abundanciája okoz. A fás legelő a leggazdagabb edényes növényekben, de a makrogombák abundanciája alacsony, amelyre több lehetséges magyarázat is van: a melegebb és szárazabb mikroklimatikus feltételek, a legeltetés felhagyása, a fásszárúak alacsony diverzitása.

A talajon élő makrogombák abundanciája függ a vegetációtípusok degradáltságának mértékétől, azonban ez nem befolyásolja a lignikol gombák abundanciáját és diverzitását. A vegetáció által jelzett alacsony zavarási szintnél a talajon élő makrogombák termőtestszáma alacsony. A diszturbancia növekedését a talajon élő makrogombák termőtestszámának emelkedése követi egy mérsékelt zavarási szintig. Azonban a diszturbancia további növekedése már a termőtestszám csökkenését okozza. Ennek oka valószínűleg az, hogy a gombafajok normál termőtestképzési ritmusa a zavarás növekedésével felgyorsul, de egy bizonyos zavarási szint fölött a termőtestképzés gátlódik, majd abbamarad. Ilyen összefüggés a xilofágok esetében nem mutatható ki, mivel ezeknek a fajoknak az előfordulása elsősorban a holt faanyag folyamatos jelenlététől, minőségétől és mennyiségétől

függ. A talajlakó gombáknál tehát kimutatható a közepes zavarási hipotézis, de nem a fajdiverzitás, hanem az abundancia alapján. Ez makrogombákra nézve, nemzetközi szinten az első ilyen eredmény.

## **5. Téziscsoport: A Belső-Cserehát és a növényzeti típusok mikológiai szempontú természetvédelmi értékelése**

A Belső-Cserehát fajszáma más területekhez képest jelentős, azonban már számos faj hiányozhat a területről, amire a vegetációtípusok funkcionális csoport vizsgálata alapján lehet következtetni. A nekrotróf paraziták aránya alacsony, a fajkészletet ugyanakkor tájidegen fajok szennyezik, melyek elsősorban tájidegen fajok beültetésével kerülhettek a területre, de a fajkészletet idegenhonos inváziós fajok még nem bővítik. A Belső-Cserehát fungája tehát ennek alapján már zavarást mutat.

Természetvédelmi szempontból fontos, hogy a vizsgálati területen 243 (az össz fajszám 56%-a) olyan faj fordul elő, amely „veszélyeztetett” a Vörös Lista-tervezet alapján (Rimóczi és mtsai. 1999) és ami a terület funga alapú értékét meghatározza. Az „eltűnéssel vagy kihalással fenyegetett fajok” (IUCN 1) közül 7, az „erősen veszélyeztetett fajok” (IUCN 2) közül 18, míg a „veszélyeztetett fajok” (IUCN 3) közül 191 faj került elő a vizsgálati területről. A „kímélendő, potenciálisan veszélyeztetett fajok” (IUCN 4) száma 27. A védelemre javasolt makrogombák aránya ennek alapján magasabb, több vizsgálati területre (Mátra, Bükk, Szigetköz, Zemplén) viszonyítva és csak a Mecsekben, valamint a Börzsönyben volt nagyobb ez az érték.

A Vörös Listán szereplő fajok a természetközeli vegetációtípusok gombaközösségein kívül az ültetett lucosban is nagy számban fordulnak elő, aminek értékelésénél a lucfenyőhöz kapcsolt specialistákat nem szabad figyelembe venni. Az ültetett, de nem homogén lucosok sajátos helyzetűek a gombavédelem szempontjából, mert az élőhelyen a mikroklíma biztosításával megtarthatnak értékes fajokat, azonban a lucfenyő specialista fajok megtelepedésével fajcserét okoznak. Ezen állományok fokozatos átalakítása gombavédelem szempontjából indokolt. A telepített erdeifenyvesek, akácosok és az erdészeti intenzíven kezelt, őshonos fajokból álló erdők, melyek a Belső-Cserehát erdőtípusainak többségét jellemzik, azonban nagygombafajokban, így Vörös Listás fajokban is szegényebbek. A Belső-Cserehát gomba-természetvédelmi szempontból országosan is értékes, védelemre érdemes foltokat tartalmaz, a többségében elértéktelenedett területek között.

## **IV. Az eredmények hasznosításának lehetőségei**

A vizsgálati terület fungája, fito- és gombacönológiai adatai felhasználhatóak nagyobb léptékű térinformatikai elemzésekhez, illetőleg monitoring vizsgálatok esetén. A makrogomba közösségek és azok adataiból számolt indexek összehasonlítási alapul szolgálnak más területek gombaközösségeinek vizsgálatához.

Az egyedszám és borítás alapadatakból számított diverzitások együttes kezelésénél, összehasonlításánál adódó problémákat az egyszerű diverzitásindexek helyett a parametrikus diverzitásindex családok használatával lehet feloldani. Az abundanciában mutatózó nagy eltérések kezelése random alminták értékelésével oldható meg. Generalizált lineáris modellek alkalmazása bármilyen komplex ökológiai vizsgálat esetén javasolt, amikor különböző közösségeket, illetve az ezek közötti összefüggéseket vizsgáljuk.

Magyarországon védett és a Vörös Lista-tervezet alapján védelemre javasolt nagygombafajok egyaránt előfordulnak, ám a nagygombák alapján kialakított, specifikus természetvédelmi területek még nincsenek, ezért ezek kijelölését minél előbb meg kell kezdeni. A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy ehhez nem lehet edényes növényeket helyettesítő taxonként használni, hanem nagygomba alapú felmérésekre van szükség. A Belső-Cserehátra vonatkozóan, a jelen vizsgálatokra támaszkodva nagygomba alapú védett területnek javasolható a szendrőládi bükkös és az irotai fás legelő. Érdemes azonban további vizsgálatokat végezni a Cserehát területén lévő értékes fás legelőkben is, melyek közül több védett (gagybátori, viszlói fás legelők).

A nagygomba alapú védett területeken az erdészeti faanyag (élő és holt) eltávolítási munkákat korlátozni kell, a faállomány elegyességét biztosítani kell. A nagygombák abundanciája közepes zavarás esetén a legnagyobb, ezért az ember jelenlétére, a megfelelő szintű zavarás biztosítására is szükség van.

## Publikációk

### I. A disszertáció témájához kapcsolódó publikációk:

**Rudolf, K.**, Morschhauser, T., Pál-Fám, F., Botta-Dukát, Z. (2013): Exploring the relationship between macrofungi diversity, abundance, and vascular plant diversity in semi-natural and managed forests in North-East Hungary. *Ecological Research* (DOI 10.1007/s11284-013-1044-y) (2011. IF: 1,565).

**Rudolf, K.**, Morschhauser, T., Pál-Fám, F. (2012): Macrofungal diversity in disturbed vegetation types in North-East Hungary. *Central European Journal of Biology* 7 (4): 634–647. (2011. IF: 1,00).

Pál-Fám, F., Morschhauser, T., **Rudolf, K.** (2009): Gyűrűfű nagyombáinak diverzitása. *Natura somogyensis* 13: 9–18.

Morschhauser, T., Pruger, D., Ortmanné, Ajkai A., **Rudolf, K.** (2009): Az edényes Flóra diverzitása Gyűrűfű környékén. *Natura somogyensis* 13: 19–24.

**Rudolf, K.**, Pál-Fám, F., Morschhauser, T. (2008): A Cserehát nagyombái. *Mikológiai Közlemények, Clusiana*. 47 (1): 45–74.

**Rudolf, K.**, Pál-Fám, F. (2005): Makrogombák funkcionális eloszlásának vizsgálata erős antropogén hatásnak kitett élőhelyeken a Belső-Cserehátban. *Mikológiai Közlemények, Clusiana* 44/1–2: 37–44.

**Rudolf, K.**, Pál-Fám, F. (2004): Erős antropogén hatásnak kitett erdők nagyombáinak természetvédelmi értékelése a Belső-Cserehátban. *Protection of macrofungi in habitats strongly influenced by man in Belső-Cserehát, NE Hungary /Hungarian/. Természetvédelmi Közlemények* 11: 175–183.

**Rudolf, K.**, Pál-Fám, F. (2004): Functional distribution of macrofungi in forest stands strongly influenced by man in Belső-Cserehát, Hungary. *International Conference on Horticulture Post-graduate (PhD). Study System and Conditions in Europe*. CD.

Pál-Fám, F., **Rudolf, K.** (2003): Macrofungi as indicators in forest stands strongly influenced by man in Belső-Cserehát. II. Erdei Ferenc Tudományos Konferencia I. Kötet: 336–341. Kecskemét, Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Kar.

Pál-Fám, F., **Rudolf, K.** (1999): Data to the knowledge of macrofungi of some habitats exposed to anthropogenous influence in Belső-Cserehát. *Publicationes Universitatis Horticulturae Industriae Alimentariae* 59: 183–190.

## **II. A disszertáció témájához kapcsolódó poszter és előadás kivonatok:**

**Rudolf, K.,** Csoltkó, G. (1997): Szanticska növénytársulásainak állapotfelmérése.(előadás) XXIII. OTDK

**Rudolf, K.,** Csoltkó, G. (1998): Szanticska növénytársulásainak cönológiai és állapotfelmérése. (előadás) VI. OKDK

Pál-Fám, F., **Rudolf, K.** (1998): Adatok a Cserehát makroszkópikus gombavilágáról.(előadás) VI. OKDK

**Rudolf, K.,** Csoltkó, G. (2000): Coenological and state survey of plant associations in Szanticska. (előadás) Lippay-Vas, Int. Conf., absztraktkötete: 52–53.

**Rudolf, K.,** Pál-Fám, F., Morschhauser, T. (2002): Antropogén élőhelyek nagygombáinak természetvédelmi értékelése a Belső-Cserehátban (poszter ea.) I. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia Program és absztraktkötete: 189.

Pál-Fám, F., **Rudolf, K.** (2003): Macrofungi as indicators in forest stands strongly influenced by man in Belső-Cserehát. (előadás) II. Erdei Ferenc Tudományos Konferencia kiadványa, I. kötet: 336–341.

**Rudolf, K.,** Pál-Fám, F. (2004): Functional distribution of macrofungi in forest stands strongly influenced by man in Belső-Cserehát, Hungary. (előadás) Int. Conf. on Horticulture post-graduate Study System and Conditions in Europe, Lednice, Czechia, Proceedings CD: 6 p.

**Rudolf, K.,** Pál-Fám, F. (2005): Rare macrofungi from Belső-Cserehát, Hungary.(poszter ea.) Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica 52 (2): 239.  
Pál-Fám, F., Siller, I., **Rudolf, K.** (2005): Antropogén hatásokat indukáló nagygombafajok. III Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia, Eger, abstracts: 183.

**Rudolf, K.,** Pál-Fám, F., Morschhauser, T. (2005): Mikoindikációs vizsgálatok a Belső-Cserehátban. (poszter ea.) III. Magyar Természetvédelmi Biológiai Konferencia Program és absztraktkötete:195.

**Rudolf, K.,** Morschhauser, T., Pál-Fám, F. (2006): Comparative analysis of macrofungi communities. (poszter ea.) 1<sup>st</sup> European Congress of Conservation Biology, Budapest, abstracts:152.

**Rudolf, K.,** Pál-Fám, F., Morschhauser, T. (2006): Gombaközösségek és növénytársulások kapcsolata a Cserehátban. 7. Magyar Ökológus Kongresszus Előadások és poszter összefoglalók. Abstract: 183.

**Rudolf, K.**, Pál-Fám, F., Morschhauser, T. (2007): Comparison of plant and macrofungi communities in degraded forest stands in Cserehát Hill, Northeast Hungary. (poszter ea.) XV Congress of European Mycologists, Saint Petersburg, Russia, Book of Abstracts: 96.

**Rudolf, K.**, Morschhauser, T., Pál-Fám, F. (2007): Parallel mycological and phytocoenological investigations in N.E. Hungary. (előadás) XV Congress of European Mycologists, Saint Petersburg, Russia, Book of Abstracts: 97.

**K. Rudolf**, T. Morschhauser, F. Pál-Fám (2009): Comparison of diversity of macrofungi and plant communities (poszter ea.) II. European Congress of Conservation Biology, Prague. Book of Abstracts: 208.

Farkas Ágnes, Kapitány Emese, Szalai Renáta, Molnár Réka, Pál Róbert, Salamonné Albert Éva, **Rudolf Kinga** (2009): Mérgező növények és gombák a pécsi bölcsődékben és óvodákban. CPH. XIV., Budapest, 2009.10.13-15. Gyógyszerészet 11. suppl. I. s: 107–108.

### **III. A disszertáció témájához nem kapcsolódó publikációk:**

Morschhauser, T., **Rudolf, K.**, Botta-Dukát, Z., Oborny, B. (2009): Density-dependence in the establishment of juvenile *Allium ursinum* individuals in a monodominant stand of conspecific adults. *Acta Oecologica*. 35. p. 621–629. (**IF: 1,609**).

B. Oborny., Z. Botta-Dukát., **K. Rudolf.**, T. Morschhauser (2011): Population ecology of *Allium ursinum* L., a space –monopolizing clonal plant. *Acta Botanica Hungarica*. 53 (3-4), pp. 371-378.

**Rudolf Kinga**, Bíró János, Kovács Attila, Mihalovics Miklós, Nébli László, Piszker Zoltán, Treitz Mónika, Végh Brigitta és Csikász Tamás. (2011): Újabb napraforgó peronoszpóra rassz megjelenése Magyarországon a Dél-Kelet Alföldi régióban. *Növényvédelem*. 47 (7): 279–286.

### **IV. A disszertáció témájához nem kapcsolódó poszter és előadás kivonatok:**

Ágnes Dörnyei., Borbála Boros., **Kinga Rudolf.**, Tamás Morschhauser., László Márk., Attila Felinger., Ferenc Kilár (2010): Characterization of flavonol glycosides in *Allium ursinum* by HPLC-MS. MSB 2010. 25 th. International Symposium on Microscale Bioseparations. Prague, Book of Abstracts: 122.

**Rudolf Kinga**, Mihalovics Miklós, Piszker Zoltán, Treitz Mónika, Végh Brigitta, Nébli László, Csikász Tamás. (2011): Napraforgó peronoszpóra (*Plasmopara halstedii*) veszélyhelyzet a Tiszántúlon 2010-ben. *Növényvédelmi Tudományos Napok*, Program és absztraktkötete: 41.

Csikász Tamás, **Rudolf Kinga**, Mihalovics Miklós, Piszker Zoltán, Treitz Mónika (2012): A Plasmopara halstedii pt. 704 jelenlétének „in vivo” igazolása Vésztő körzetében. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest. 2012. február 21-22. (Konferencia kiadvány 33.old.) ISSN 0231 2956, ISBN 963 8131 071

Piszkerné Fülöp Éva, Nagyné Kutni Rozália, Treitz Mónika, Mihalovics Miklós, Áy Zoltán, Piszker Zoltán, **Rudolf Kinga**, Csikász Tamás (2012): Regionális növénynemesítési kutatások az egészséges táplálkozásért. VIII. Nemzetközi Táplálkozásmarketing Konferencia, Kaposvár. Poszterelőadás.

**Kumulatív impakt faktor: 4,174**